

Ridwansyah, M.Z. Nasution, T.C. Sunarti dan A.M. Fauzi

KARAKTERISTIK SIFAT FISIKO-KIMIA PATI KELAPA SAWITRidwansyah¹, M. Zein Nasution², Titi C. Sunarti² dan Anas M. Fauzi²¹Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian USU.²Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian - IPB.**ABSTRACT**

The oil palm trunks become a waste from the rejuvenation of the oil palm plantation. The extraction of the oil palm trunk can produce about 4.7% of starch. The starch extracted was characterized for its physical and chemical properties and compared to the commercial starch of sago and tapioca. The starch of oil palm contains fat (0.37%), ash (0.68%), fiber (1.78%) which were higher than those of sago and tapioca. However, the amylose content (28.76%) of the oil palm starch was lower. The gelatinization temperature of oil palm starch (77°C) was similar with that of sago, but it was higher than that of tapioca. The whitish degree (83.02%) and the paste clearance (15.4% T) of the oil palm's starch were lower than sago's and tapioca's. Based on the amylograph analysis, the oil palm starch was categorized normal and had final viscosity which was higher than commercial starch. It was indicated that oil palm starch was easily to be retrograded and suggested to be used as an adhesive material.

Key words: oil palm trunk starch, physico-chemical properties

PENDAHULUAN

Pati merupakan zat yang penting dalam dunia perdagangan dan industri terutama pada negara berkembang di seluruh dunia. Pati dimanfaatkan dalam industri tekstil, pengolahan pangan, produk-produk farmasi, kertas, dan industri polimer sintetik (Lawal dan Adebawale 2005). Pati dapat diperoleh dengan cara mengekstrak dari bagian beberapa tanaman seperti akar dan umbi, batang dan biji-bijian.

Indonesia merupakan daerah yang cukup potensial sebagai penghasil pati seperti ubi kayu, sagu, jagung, ubi jalar dan lain sebagainya karena tanaman tersebut tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Disamping itu ada upaya baru untuk menghasilkan pati dari batang kelapa sawit.

Areal perkebunan kelapa sawit Indonesia tumbuh dengan laju sekitar 11% per tahun, dari 1 126 juta ha pada tahun 1991 mencapai sekitar 3 584 juta ha pada tahun 2001 (Susila 2003). Kelapa sawit yang pertama kali ditanam dalam skala besar di Indonesia pada tahun 1978, akan segera mengakhiri masa produktifnya (Guritno dan Darnoko 2003).

Rata-rata luas areal peremajaan selama kurun waktu tahun 2001 – 2005 diperkirakan mencapai 32 155 ha/tahun. Limbah padat berupa batang atau kayu sawit dan pelepah kelapa sawit akan dihasilkan masing-masing sebesar 2 257 281 ton dan 514 480 ton per tahun, sedangkan pada kurun waktu tahun 2006 – 2010 ada kenaikan di dalam areal tanaman kelapa sawit yang diremajakan yaitu rata-rata setiap tahunnya seluas 89 965 ha. Pada kurun waktu tersebut batang dan pelepah hasil peremajaan akan

mencapai berturut-turut 6 315 543 ton dan 1 439 440 ton per tahun. Sebagai limbah lignoselulosa, pemanfaatan kedua limbah padat tersebut perlu mendapatkan perhatian. Hal ini mengingat bahwa cara-cara yang telah dilakukan sekarang ini yaitu dengan cara bakar akan mencemari udara dan juga adanya pelarangan sesuai dengan aturan yang tertuang di dalam Rencana Undang-Undang Perkebunan. Membiarkan batang dan pelepah hasil peremajaan dapat menimbulkan masalah bagi tanaman kelapa sawit baru yaitu dijadikan sebagai sarang serangga dan tikus. Hasil evaluasi sifat fisik dan kimia batang dan pelepah kelapa sawit menunjukkan bahwa kedua limbah tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri berbasis serat seperti industri pulp dan kertas, industri pati, serta industri perikanan. Pemanfaatan limbah-limbah padat ini tentunya akan memberikan keuntungan tambahan bagi perkebunan kelapa sawit (Guritno dan Darnoko 2003).

Sampai saat ini pemanfaatan batang kelapa sawit untuk keperluan industri masih terbatas. Ginting (1995) memanfaatkan batang kelapa sawit menjadi pati dengan cara mengekstrak 2 meter dari pucuk batang kelapa sawit dengan rendemen pati dari batang kelapa sawit adalah 7,15%. Selanjutnya pati tersebut dapat dijadikan bahan pangan maupun bahan baku untuk fermentasi alkohol (Tomimura 1992). Dari hasil penelitian pendahuluan Azemi *et al.* (1999) menyatakan pati kelapa sawit memiliki potensi untuk menggantikan pati komersial baik dalam bidang pangan dan non pangan.

Tujuan penelitian ini adalah mempelajari proses ekstraksi pati kelapa sawit dan mengkarakterisasi

pati kelapa sawit yang dihasilkan, dibandingkan dengan pati komersial yaitu sagu dan tapioka.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah batang kelapa sawit yang berasal dari peremajaan PTPN 2 Gohor Lama Kabupaten Langkat Universitas Sumatera Utara, berumur 25 tahun dan varietas Tenera. Selain itu digunakan juga pati sagu industri kecil (Kedung Halang) Bogor dan tapioka komersial (Pabrik Budi Bogor) sebagai pembanding. Bahan kimia analisis yang digunakan untuk penelitian ini adalah H_2SO_4 , H_2BO_3 , NaOH, Pereaksi KI (Kadar amilosa), pereaksi Somoygi (kadar pati), larutan lugol, kertas saring Whatman No. 41, alkohol dan akuades. Peralatan dan instrumen yang digunakan adalah pamarut, ember, kain saring dan plastik, blender. Peralatan analisa yang digunakan antara lain labu Kjeldahl, Soxhlet, Oven, desikator, spektrofotometer UV 200 S, penangas air, pH meter, mixer, mikropipet, pengaduk magnetik, saringan 80 mesh, timbangan kasar, timbangan analitis, viskosimeter Brookfield, tanur, pinggan datar, whitenessmeter Kett, visco-amilografer Brabender, cawan porselin, dan peralatan gelas lainnya.

Metode Penelitian

Ekstraksi Pati Kelapa Sawit.

Pembuatan pati kelapa sawit dilakukan dengan membelah batang kelapa sawit kemudian memisahkan kulit keras dan empelurnya. Empelur tersebut diserut hingga jadi serbuk kayu. Serbuk kayu ditambah air, selanjutnya diperas kemudian disaring dengan kain saring. Ampasnya dibuang sedangkan air yang mengandung pati diendapkan selama 3 jam, kemudian dihasilkan pati basah. Pati basah tersebut dicuci dengan menambahkan air dan diendapkan selama 3 jam kemudian pati basah tersebut dikeringkan dengan oven pada suhu $50^{\circ}C$ sampai kadar air pati menjadi $\pm 10\%$. Pohon kelapa sawit yang dipotong serbuk gergajiannya diuji dulu kandungan patinya yaitu dengan penambahan air dan diremas dan disaring selanjutnya diendapkan pada erlenmeyer 250 ml. Jika mengandung pati proses ekstraksi dilanjutkan.

Karakterisasi Pati

Pati kelapa sawit yang diperoleh dari ekstraksi batang kelapa sawit, dikarakterisasi meliputi komposisi kimia (kadar air (AOAC 1995), kadar abu (AOAC 1995), kadar serat (AOAC 1995), kadar

protein (AOAC 1995), kadar lemak (AOAC 1995), kadar amilosa (Apriyantono *et al.* 1989) dan kadar pati (Hidayat 1988)), sifat fisik (derajat putih, bentuk dan ukuran granula pati dan sifat amilografi) demikian juga dilakukan terhadap pati sagu dan tapioka.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi Pati Kelapa Sawit

Batang kelapa sawit yang diekstraksi berasal dari PTPN 2 kebun Gohor Lama Kabupaten Langkat, Propinsi Sumatera Utara hasil peremajaan kebun. Proses ekstraksi pati dilakukan dengan cara memotong 2 m batang kelapa sawit dari pucuk batang. Hal ini disebabkan batang sawit bagian atas mempunyai struktur serat kurang padat dibandingkan dengan bagian bawah batang sawit. Semakin ke atas arah meninggi batang sawit dan semakin ke dalam arah diameter lingkaran batang sawit kadar air dan kadar parenkim semakin tinggi, sedangkan kerapatannya menurun (Guritno dan Darnoko, 2003).

Batang kelapa sawit 2 m dari pucuk batang ini dibelah, kemudian diserut dan dipisahkan kulit kayunya. Serbuk kayu ditambahkan air selanjut diremas-remas untuk mengekstrak patinya.

Pati batang kelapa sawit tersimpan dalam sel-sel parenkim dari jaringan vaskular kasar yang mengandung persentase lignin yang tinggi. Ekstraksi pati dari sel ini tergolong sulit karena struktur dan kandungan komposisi selnya menghalangi proses penghancuran jaringan vaskular dan sel parenkim (Azemi *et al.* 1999).

Proses ekstraksi ini akan menghasilkan kulit kayu 27,42%, serbuk kayu 72,57%, ampas berupa serat bebas pati 61,01% dan pati 4,7% (kadar air 10,65%) dari total berat 2 m batang kelapa sawit (200 kg). Menurut penelitian Azemi *et al.* (1999) dari berbagai cara untuk mengekstraksi pati kelapa sawit maksimum diperoleh rendemen 7,15 % (kadar air 11,8%) dari basis 300 g potongan batang kelapa sawit segar berbentuk kubus dengan ketebalan 1-2 cm. Proses ekstraksi yang sama terhadap singkong dan batang sagu dapat menghasilkan rendemen pati 50 %.

Jika dibandingkan dengan rendemen hasil ekstraksi yang dilakukan tidak jauh berbeda, Azemi *et al.* (1999) tidak memperhitungkan berat batang segar kelapa sawit yang dapat diekstraksi secara keseluruhan. Namun jika dibandingkan dengan rendemen pati sagu dan singkong yang diuji dengan metode ekstraksi yang sama maka rendemen pati kelapa sawit adalah sangat kecil.

Ekstraksi pati kelapa sawit tidak hanya memberi kontribusi ekonomis saja tapi juga dapat memperluas aplikasi penggunaan serat bebas pati, sehingga dapat menambah keanekaragaman pemanfaatan

limbah batang kelapa sawit (Azemi *et al.* 1999). Menurut Guritno dan Darnoko (2003) kandungan pati yang tinggi pada batang kelapa sawit bagian atas jika seratnya dimanfaatkan menjadi pulp akan menggunakan bahan kimia yang cukup banyak, sehingga biaya prosesnya menjadi mahal.

Karakterisasi Pati

Karakterisasi pati meliputi komposisi kimia pati yang diamati diantaranya kadar air, abu, protein, lemak, pati, serat dan amilosa. Sifat fisik diantaranya bentuk, ukuran granula, derajat putih, kejernihan pasta, pola amilografi

Sifat Kimia Pati

Komposisi kimia pati kelapa sawit, sagu dan tapioka disajikan pada Tabel 1. Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa kandungan protein pati tapioka lebih tinggi dibandingkan kelapa sawit dan sagu. Kadar abu pati kelapa sawit lebih tinggi dibanding tapioka dan sagu. Hasil penelitian Azemi *et al.* (1999) memperoleh kadar abu untuk pati kelapa sawit sebesar 1,03%. Tingginya kadar abu pati kelapa sawit ini disebabkan karena tingginya kandungan silika pada batang kelapa sawit. Selain itu bisa juga disebabkan masuk melalui alat mesin serut dan air ketika proses ekstraksi berlangsung.

Tabel 1. Komposisi kimia pati kelapa sawit, sagu dan tapioka

Komponen	Jenis Pati		
	Kelapa Sawit	Sagu	Tapioka
Air (%)	10,65	12,15	12,15
Protein (%bk)	0,96	0,75	1,21
Lemak (%bk)	0,37	0,23	0,33
Abu (%bk)	0,68	0,1	0,18
Karbohidrat by difference (%bk)	88,02	86,87	86,31
•Serat(%bk)			
•Pati (%bk)	1,78	0,55	0,43
•Amilosa	96,00	97,85	96,99
(% total pati)	28,76	36,14	30,74
•Amilopektin			
(% total pati)	71,24	63,86	69,26

bk = bobot kering

Sifat Fisik Pati

Kandungan amilosa pati kelapa sawit lebih kecil jika dibanding dengan pati sagu dan tapioka. Kandungan amilosa pati kelapa sawit ini masih lebih besar dibanding hasil penelitian Azemi *et al.* (1999) yaitu sebesar 19,5% hal ini mungkin disebabkan bahan baku yang berbeda terutama perbedaan galur

dan lokasi tanaman serta kualitas air untuk produksi patinya. Hasil Penelitian Chilmijati (1999) kandungan amilosa pati tapioka 29,82% dan sagu sebesar 34,13%, nilainya hampir sama dengan hasil penelitian.

Kadar serat pati kelapa sawit lebih tinggi dibanding pati sagu dan tapioka hal ini disebabkan masih terikutnya serat-serat halus dari batang kelapa sawit ketika proses ekstraksi berlangsung. Kadar pati untuk ketiga jenis pati diatas adalah sangat tinggi diatas 95%. Hal ini sangat baik sebagai bahan baku untuk produk pati-pati termodifikasi.

Bentuk dan Ukuran Granula Pati

Pati adalah polisakarida terbesar kedua dalam tanaman setelah selulosa, dibuat di dalam kloroplas dan disimpan sebagai cadangan energi di dalam umbi, biji dan akar sebagai partikel kecil yang dikenal sebagai granula. Bentuk dan ukuran granula tergantung dari jenis tanaman penghasil pati.

Pada penelitian ini dilakukan pengamatan terhadap bentuk, ukuran granula dan derajat putih pati sawit kemudian dibandingkan dengan pati sagu dan tapioka. Hasil pengamatannya disajikan pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Sifat-sifat fisik pati kelapa sawit, sagu dan tapioka

Sifat Fisik	Kelapa sawit	Sagu	Tapioka
Bentuk Granula	Bulat	Oval	Bulat
Ukuran Granula (μm)	8,9-29,3	54,1-98,8	17,4-35,9
Rata-rata (μm)	(19,47)	(74,83)	(25,6)
Derajat Putih (% terhadap BaSO_4)	83,02	84,86	93,53
Kejernihan pasta (%T)	15,4	76,55	43,9

Tabel 2 ini memperlihatkan kisaran ukuran granula pati kelapa sawit lebih kecil dari ukuran granula pati sagu dan hampir sama dengan tapioka. Sesuai dengan hasil penelitian Azemi *et al.* (1999) menyatakan ukuran granula pati kelapa sawit adalah kisaran 3 – 37 μm dan ukuran rata-ratanya 14,6 μm dengan distribusi volume ukuran granula pati kelapa sawit terbanyak terdapat pada kisaran 3 – 25 μm . Bentuk granula pati tapioka dan sawit adalah bulat sedangkan sagu berbentuk oval. Gambar 1 memperlihatkan bentuk granula patinya.

Derajat Putih dan Kejernihan pasta pati

Tabel 2 memperlihatkan derajat putih pati kelapa sawit lebih rendah dari pati tapioka dan tidak

jauh berbeda dengan pati sagu dapat dilihat pada Gambar 2. Perbedaan derajat putih ini disebabkan karena sumber atau jenis asal dari patinya, dimana tapioka berasal dari akar sedangkan sawit dan sagu berasal dari batang. Derajat putih pati kelapa sawit ini lebih rendah dari tapioka diduga karena batang kelapa sawit mengandung senyawa polifenol demikian juga pati sagu. Hasil penelitian Pei-Lang *et al.* (2006) menyatakan pencoklatan pati sagu disebabkan oleh senyawa fenol dan polifenol oksidase di dalam batang. Menurut Ozawa dan Arai (1986) diacu dalam Pei-Lang *et al.* (2006) senyawa fenol yang berperan dalam reaksi pencoklatannya adalah DL-epikatekin dan D-katekin.



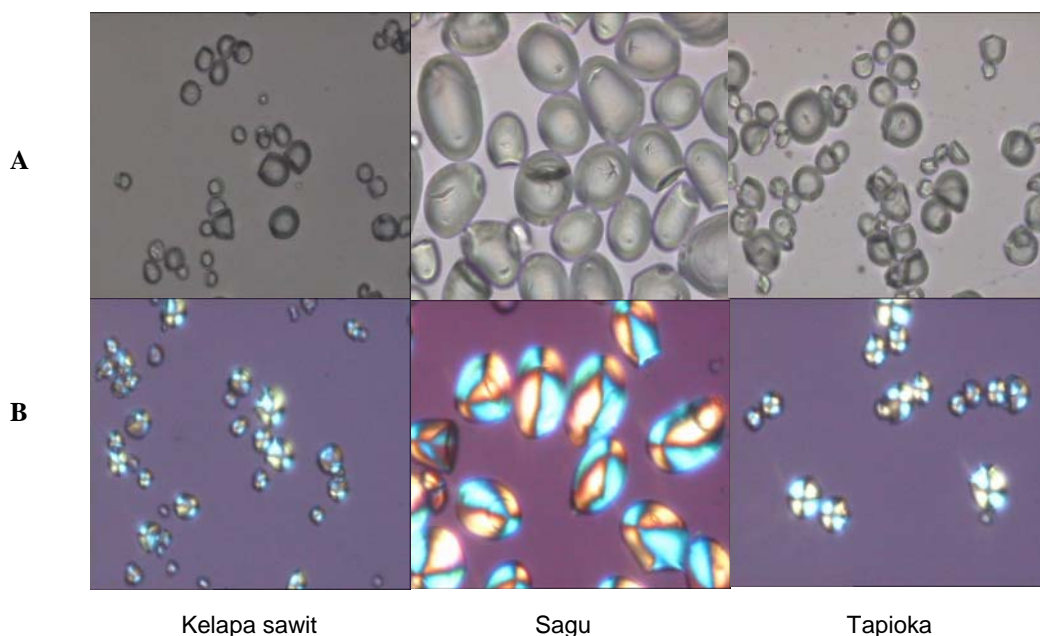
Gambar 2. (A) Pati tapioka, (B) sagu dan (C) kelapa sawit

Kejenihan pasta pati kelapa sawit lebih rendah dari pati sagu dan tapioka (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa pati kelapa sawit bersifat lebih *opaque* dibanding sagu dan tapioka. Menurut Radley (1977) kejernihan dipengaruhi oleh persentase kandungan bahan selain pati seperti sisa serat, partikel protein dan lemak. Bahan-bahan tersebut meningkatkan keburaman, seperti yang telah diketahui kandungan serat dan lemak pati kelapa sawit lebih tinggi dari sagu dan tapioka (Tabel 1) sehingga mengakibatkan %T menjadi rendah.

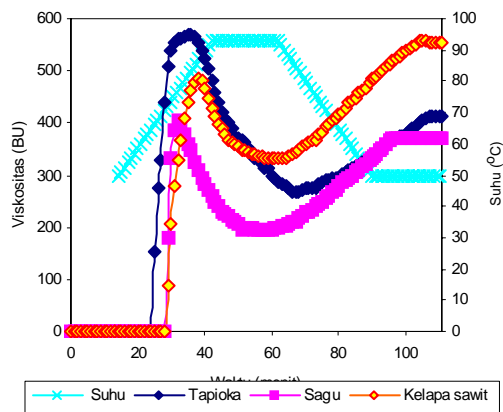
Sifat Amilografi Pati

Salah satu cara untuk mengikuti perubahan granula pati dalam sistem air selama pengolahan panas adalah dengan menggunakan alat Brabender Viscoamilograf. Dengan alat ini perubahan viskositas (kekentalan) suspensi pati tapioka, sagu dan sawit dapat dideteksi.

Pengujian ini dilakukan dengan membuat konsentrasi masing-masing suspensi pati sebesar 6% (b/b) berat kering pati. Pola amilografi pati tapioka, sagu dan sawit dengan menggunakan Brabender Viscomilograf sifat pasta pati mempunyai pola yang sama namun berbeda pada suhu gelatinisasi, viskositas puncak dan viskositas dingin. Pola amilografi pati tapioka sagu dan sawit dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 1. Bentuk granula pati kelapa sawit, sagu dan tapioka dengan (A) mikroskop cahaya dan (B) mikroskop cahaya terpolarisasi (pembesaran 400 kali).



Gambar 3. Pola amilografi pati tapioka, sagu dan kelapa sawit

Dari Gambar 3 tersebut dapat diketahui sifat-sifat pasta pati tapioka, sagu dan kelapa sawit yang akan disajikan pada Tabel 3 berikut ini

Tabel 3. Sifat amilografi pati tapioka, sagu dan kelapa sawit

Sifat Pasta	Kelapa Sawit	Sagu	Tapioka
Suhu Gelatinisasi (°C)	72	72	66
Suhu Viskositas Puncak (°C)	87	78	84
Viskositas Puncak (BU)	484	406	568
Stabilitas Pasta (BU)	154	206	280
Viskositas Balik (BU)	226	170	132
Viskositas akhir (BU)	556	370	417

Dari Gambar 3 dapat dilihat suhu saat dimulainya pembentukan pasta dengan titik awal nilai viskositas ditetapkan sebagai suhu gelatinisasi. Granula pati dipanaskan dan akan tercapai pada suhu dimana pada saat itu akan terjadi hilangnya sifat polarisasi cahaya pada hilum, mengembangkannya granula pati yang bersifat tidak dapat kembali disebut dengan gelatinisasi (Swinkels, 1985).

Menurut Olku dan Rha (1978) diacu dalam Pomeranz (1991) gelatinisasi granula pati mencakup hal-hal sebagai berikut.

1. Hidrasi dan mengembangkannya beberapa kali dari ukuran semula.
2. Hilangnya sifat *birefringence*.
3. Peningkatan kejernihan pasta.

4. Peningkatan di dalam konsistensi dan pencapaian puncak secara cepat dan jelas.
5. Ketidaklarutan molekul-molekul linier dan pendifusian dari granula-granula yang pecah.
6. Retrogradasi dari campuran sampai membentuk gel

Tabel 3 memperlihatkan suhu gelatinisasi pati kelapa sawit adalah sama dengan pati sagu, sedangkan tapioka memiliki suhu gelatinisasi yang lebih rendah dari kedua pati tersebut. Menurut Jane *et al.* (1992) perbedaan ukuran granula, kandungan amilosa dan panjang rantai percabangan amilopektin akan mengakibatkan perbedaan sifat pasta dan suhu gelatinisasi.

Pada penelitian ini rendahnya suhu gelatinisasi tapioka karena ukuran pati yang lebih kecil dari sagu sedangkan suhu gelatinisasi pati sawit lebih tinggi dari pati tapioka diduga karena tingginya kadar serat kasar di dalam pati dapat dilihat pada Tabel 1. Semakin rendah suhu gelatinisasi, waktu gelatinisasi juga semakin pendek. Waktu gelatinisasi pati tapioka adalah 24 menit sedangkan pati sagu dan sawit adalah 28 menit. Sifat ini berkaitan dengan energi dan biaya yang dibutuhkan dalam produksi dekstrin. Pati akan terhidrolisis sempurna apabila melewati suhu gelatinisasinya. Proses likuifikasi dilakukan pada suhu 95°C yang melewati suhu gelatinisasinya. Apabila di bawah suhu gelatinisasi pati tidak akan terhidrolisis dengan sempurna karena masih tahan terhadap kerja enzim dan asam.

Dari Tabel 3 di atas, viskositas puncak pati tapioka sebesar 568 BU lebih tinggi dari pati sawit 484 BU dan sagu 406 BU. Dari nilai ini dapat dikatakan tapioka lebih kental dari sawit dan sagu pada konsentrasi yang sama. Hal ini diduga karena tingginya kandungan protein pada tapioka. Kandungan protein yang tinggi didalam pati dapat meningkatkan viskositas puncak dan suhu gelatinisasi (Jane *et al.* 1992). Menurut Hoover (1996) dan Rasper (1982) diacu dalam Ratnayake *et al.* (2001) sifat pasta pati dipengaruhi oleh granula yang mengembang, gesekan diantara granula yang mengembang, peluruhan amilosa, kristalinitas pati dan panjang rantai komponen pati.

Stabilitas pasta pati didefinisikan sebagai selisih antara viskositas puncak dengan viskositas pada suhu 95°C yang dipertahankan selama 30 menit (Muhammad *et al.* 2000). Tabel 9 menunjukkan pati kelapa sawit memiliki nilai stabilitas pasta 154 (BU) lebih kecil dari sagu dan tapioka hal ini diduga kecilnya amilosa yang luruh akibat pemanasan dan pengadukan. Selain itu viskositas akhir pasta pati kelapa sawit 556 (BU) lebih besar dari sagu dan tapioka. Hal ini mengindikasikan pati kelapa sawit lebih mudah mengalami retrogradasi dibanding tapioka dan sagu.

KESIMPULAN

Ekstraksi batang kelapa sawit memberikan rendemen sekitar 4,7 % pati.. Komposisi pati kelapa sawit memiliki kadar lemak (0,37%), abu (0,68%) dan serat (1,78%) yang lebih tinggi dibanding sagu dan tapioka, sedangkan kandungan amilosanya (28,76%) lebih rendah. Pati kelapa sawit memiliki suhu gelatinisasi (77⁰C) yang sama dengan sagu tapi lebih besar dari tapioka, sedangkan derajat putihnya (83,02%) hampir sama dengan sagu. Kejernihan pasta (15,4%T) pati kelapa sawit lebih kecil dari pati komersial.

Dari pola amilografi pati kelapa sawit dikategorikan pati normal, memiliki viskositas akhir yang lebih tinggi dari pati komersial yang mengindikasikan pati kelapa sawit lebih mudah mengalami retrogradasi dan sangat baik diaplikasikan sebagai bahan perekat (*adhesive*).

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Washington: AOAC.
- Apriyantono A, Fardiaz D, Puspitasari NL, Sedarnawati, Budiyo S. 1989. *Analisis Pangan*. Bogor: PAU Pangan dan Gizi IPB
- Azemi M, Noor M, Dos AMM, Islam MD, Mymensingh, Mehat NA. 1999. Physico-Chemical Properties of Oil Palm Trunk Starch. *Starch/Stärke* 51 : 293 – 301.
- Chilmijati N. 1999. Karakterisasi Pati Garut dan Pemanfaatannya sebagai Sumber Bahan Baku Glukosa Cair [tesis]. Bogor : Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor
- Ginting S. 1995. Sifat-Sifat Pasta Pati Batang Kelapa Sawit dalam Bentuk Derivat Asetat dan Derivat berikatan Silang Fosfat pada berbagai pH [tesis]. Yogyakarta : Program Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada
- Guritno P, Darnoko D. 2003. Teknologi Pemanfaatan Limbah Dari Peremajaan Perkebunan Kelapa Sawit. Seminar Nasional : Mengantisipasi Regenerasi Pertama Perkebunan Kelapa Sawit di Indonesia 9 – 10 April 2003. Bali : Max Havelaar Indonesia Foundation
- Hidayat A. 1988. *Penetapan Pati*. Di dalam : Laporan Kemajuan Pelatihan Laboratorium BPTP Naibonat-Bulan Mei 1998. Kerjasama PT. Cakra Hasta dengan Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Jane J, Shen L, Chen J, Lim S, Kasemsuwan T, Nip WK. 1992. Physical and Chemical Studies of Taro Starches and Flours. *Cereal Chem.* 69 : 528 – 534.
- Lawal OS, Adebolawe KO. 2005. Physicochemical Characteristic and Thermal Properties of Chemically Modified Jack Bean (*Canavalia ensiformis*) Starch. *Carbohydr. Polymer* 60 : 331-341.
- Muhammad K, Husin F, Man YC, Ghazali HM, Kennedy JF. 2000. Effect of pH on Phosphorylation of Sago Starch. *Carbohydr. Polymer* 42 : 85-90.
- Pei-Lang AT, Mohamed AMD, Karim AA. 2006. Sago Starch and Composition of Associated Components in Palm of Different Growth Stages. *Carbohydr. Polymer* 63 : 283-286
- Pomeranz Y. 1991. *Functional Properties of Food Components*. San Diego : Academic Press Inc.
- Radley JA. 1976. *Industrial Uses of Starch and Its Derivates*. London : Applied Science Publishers LTD.
- Ratnayake WS, Hoover R, Sahidi F, Perera C, Jane J. 2001. Composition, Molecular Structure, and Physicochemical Properties of Starches from Four field Pea (*Pisum sativum* L.) Cultivar. *J. Food Chem* 74 : 189-202.
- Swinkels JJM. 1985. Sources of Starch, its Chemistry and Physics. Di dalam : *Starch Conversion Technology*. Van Beynum GMA, Roels A, editor. New York : Marcel Dekker Inc.
- Susila RW. 2003. Peta perencanaan dan Peluang Investasi pada Regenerasi Perkebunan Kelapa Sawit di Indonesia. Seminar Nasional : Mengantisipasi Regenerasi Pertama Perkebunan Kelapa Sawit di Indonesia 9 – 10 April 2003. Bali: Max Havelaar Indonesia Foundation